Микросхемы для защиты литиевых аккумуляторов

шить размеры кристалла и его стоимость, а также число подстроечных и навесных элементов. В каждом секундном цикле измерительный узел работает всего 4 мс. Это значительно уменьшает средний ток, потребляемый устройством контроля, тем самым снижая разрядку батареи при длительном хранении.

Когда зарядка батареи подходит к завершению, первое же зафиксированное превышение допустимого напряжения на любом из аккумуляторов приведет к закрыванию транзистора VT5 и отключению батареи от зарядного устройства. Одновременно будет немного понижен порог срабатывания измерительного устройства. В таком состоянии разрешена только разрядка батареи.

Для возвращения блока питания в исходное состояние необходимо подключить к нему нагрузку. Как только напряжение самого "высоковольтного" аккумулятора спадет до пониженного порогового, транзистор VT5 откроется, вновь разрешая зарядку.

Когда запас энергии в батарее в результате разрядки будет исчерпан и обнаружится, что напряжение на хотя бы одном из аккумуляторов стало ниже допустимого, на выводе 10 появится низкий логический уровень, а через 16 с закроется транзистор VT4, размыкая цепь разрядки. Микросхема перейдет в пассивный режим с потребляемым током менее 15 нА, фактически предотвращая дальнейшую разрядку батареи, но зарядка останется разрешенной.

Ускорить закрывание транзистора VT4 можно, если между выводами 2 и 10 микросхемы включить резистор, а между выводами 2 и 5 — оксидный конденсатор (плюсом к выводу 2). При сопротивлении резистора 5,1 кОм и емкости конденсатора 22 мкФ задержка запрещения разрядки уменьшится с 16 с до 110 мс.

Для перевода блока из пассивного состояния в активное достаточно подключить его к зарядному устройству. Как только вызванная зарядным током разность значений напряжения на выводах 8 и 16 превысит 0,6 В, транзистор VT4 откроется и блок станет доступным как для зарядки, так и для разрядки.

Рис. 7

Таблица 2

Номер вывода	Обозначение	Функциональное назначение вывода
1	CI	Запрещение зарядки — подача на этот вход напряжения низкого уровня запрещает зарядку батареи; вывод 1 соединен с выводом 15 внутренним резистором сопротивлением 10 кОм
2	DI	Запрещение разрядки — подача на этот вход напряжения низкого уровня запрещает разрядку батареи. Соединен с выводом 15 внутренним резистором сопротивлением 10 кОм. Подача на вывод 2 напряжения, на 3 В большего, чем на вывод 15, переводит логические узлы микросхемы в исходное состояние с открыванием обоих внешних транзисторов
3	OVD	Задержка выключения при превышении напряжения — если этот вывод соединен с выводом 13, транзистор VT4 будет закрыт после первого же превышения напряжения, а если его соединить с выводом 15, повышенное напряжение должно быть зафиксировано в двух последовательных циклах измерения
4	CD	Задержка выключения при превышении допустимого тока разрядки — от емкости конденсатора C1, подключенного к этому выводу, зависит задержка, с которой будет закрыт транзистор VT4, после превышения разрядного тока
5	LS	"Нижний" датчик тока разрядки — вывод, на который поступает падение напряжения на датчике тока разрядки R8
6	CM	Прерывание зарядки — если этот вывод соединить с выводом 15, зарядный ток будет автоматически прерываться на время измерения напряжения на аккумуляторе; если вывод соединен с общим выводом 13 (Gnd), прерываний не будет
7	DO	Управление разрядкой — выход сигнала управления транзистором VT4, коммутирующим цепь разрядки батареи аккумуляторов G1—G3
8	GDC	Общая точка цепей управления зарядкой и разрядкой — вывод 8 соединяют с истоком транзистора VT5, коммутирующего цепь зарядки батареи, и с плюсовым выводом блока питания
9	CO	Управление зарядкой — выход сигнала управления транзистором VT5, коммутирующим цепь зарядки батареи
10	UV	Чрезмерная разрядка — выход (с открытым стоком) сигнала, свидетельствующего о том, что напряжение батареи опустилось ниже минимально допустимого уровня
11	HTH	Установка порога срабатывания "верхнего" датчика разрядного тока — резистор R6, включенный между выводами 11 и 13, определяет порог напряжения между выводами 16 и 8, превышение которого означает, что разрядный ток более допустимого
12	C2	Элемент 2 — один из входов измерителя напряжения на аккумуляторах. К этому входу подключен плюсовой вывод аккумулятора G2
13	Gnd	Общий вывод — относительно этого вывода измеряют все значения напряжения; минусовой вывод питания
14	B2	Баланс 2 — вывод для балансировки (выравнивания степени заряженности) аккумуляторов; соединен со стоком внутреннего n-канального транзистора, который открывается во время принудительной разрядки аккумулятора G2
15	C1V	Элемент 1 — то же, что и вывод 12, только для аккумулятора G1. Напряжением на этом выводе питаются логические узлы микросхемы
16	HSV	"Верхний" датчик тока разрядки — разность значений напряжения на выводах 16 и 8 при том или ином разрядном токе определяет допустимость этого значения тока. Напряжением на этом выводе питаются аналоговые узлы микросхемы
17	NC	Свободный (неподключенный) вывод
18	C3	Элемент 3 — то же, что и вывод 12, только для аккумулятора G3
19	B3	Баланс 3 — вывод для балансировки аккумуляторов; соединен со стоком внутреннего p-канального транзистора, который открывается во время принудительной разрядки аккумулятора G3
20	B1	Баланс 1 — то же, что и вывод 14, только для аккумулятора G1

E-mail: inform@radio.ru
тел. 207-88-18

Микросхемы для защиты литиевых аккумуляторов

шить размеры кристалла и его стоимость, а также число подстроечных и навесных элементов. В каждом секундном цикле измерительный узел работает всего 4 мс. Это значительно уменьшает средний ток, потребляемый устройством контроля, тем самым снижая разрядку батареи при длительном хранении.

Когда зарядка батареи подходит к завершению, первое же зафиксированное превышение допустимого напряжения на любом из аккумуляторов приведет к закрыванию транзистора VT5 и отключению батареи от зарядного устройства. Одновременно будет немного понижен порог срабатывания измерительного устройства. В таком состоянии разрешена только разрядка батареи.

Для возвращения блока питания в исходное состояние необходимо подключить к нему нагрузку. Как только напряжение самого "высоковольтного" аккумулятора спадет до пониженного порогового, транзистор VT5 откроется, вновь разрешая зарядку.

Когда запас энергии в батарее в результате разрядки будет исчерпан и обнаружится, что напряжение на хотя бы одном из аккумуляторов стало ниже допустимого, на выводе 10 появится низкий логический уровень, а через 16 с закроется транзистор VT4, размыкая цепь разрядки. Микросхема перейдет в пассивный режим с потребляемым током менее 15 нА, фактически предотвращая дальнейшую разрядку батареи, но зарядка останется разрешенной.

Ускорить закрывание транзистора VT4 можно, если между выводами 2 и 10 микросхемы включить резистор, а между выводами 2 и 5 — оксидный конденсатор (плюсом к выводу 2). При сопротивлении резистора 5,1 кОм и емкости конденсатора 22 мкФ задержка запрещения разрядки уменьшится с 16 с до 110 мс.

Для перевода блока из пассивного состояния в активное достаточно подключить его к зарядному устройству. Как только вызванная зарядным током разность значений напряжения на выводах 8 и 16 превысит 0,6 В, транзистор VT4 откроется и блок станет доступным как для зарядки, так и для разрядки.

Рис. 7

Таблица 2

Номер вывода	Обозначение	Функциональное назначение вывода
1	CI	Запрещение зарядки — подача на этот вход напряжения низкого уровня запрещает зарядку батареи; вывод 1 соединен с выводом 15 внутренним резистором сопротивлением 10 кОм
2	DI	Запрещение разрядки — подача на этот вход напряжения низкого уровня запрещает разрядку батареи. Соединен с выводом 15 внутренним резистором сопротивлением 10 кОм. Подача на вывод 2 напряжения, на 3 В большего, чем на вывод 15, переводит логические узлы микросхемы в исходное состояние с открыванием обоих внешних транзисторов
3	OVD	Задержка выключения при превышении напряжения — если этот вывод соединен с выводом 13, транзистор VT4 будет закрыт после первого же превышения напряжения, а если его соединить с выводом 15, повышенное напряжение должно быть зафиксировано в двух последовательных циклах измерения
4	CD	Задержка выключения при превышении допустимого тока разрядки — от емкости конденсатора C1, подключенного к этому выводу, зависит задержка, с которой будет закрыт транзистор VT4, после превышения разрядного тока
5	LS	"Нижний" датчик тока разрядки — вывод, на который поступает падение напряжения на датчике тока разрядки R8
6	CM	Прерывание зарядки — если этот вывод соединить с выводом 15, зарядный ток будет автоматически прерываться на время измерения напряжения на аккумуляторе; если вывод соединен с общим выводом 13 (Gnd), прерываний не будет
7	DO	Управление разрядкой — выход сигнала управления транзистором VT4, коммутирующим цепь разрядки батареи аккумуляторов G1—G3
8	GDC	Общая точка цепей управления зарядкой и разрядкой — вывод 8 соединяют с истоком транзистора VT5, коммутирующего цепь зарядки батареи, и с плюсовым выводом блока питания
9	CO	Управление зарядкой — выход сигнала управления транзистором VT5, коммутирующим цепь зарядки батареи
10	UV	Чрезмерная разрядка — выход (с открытым стоком) сигнала, свидетельствующего о том, что напряжение батареи опустилось ниже минимально допустимого уровня
11	HTH	Установка порога срабатывания "верхнего" датчика разрядного тока — резистор R6, включенный между выводами 11 и 13, определяет порог напряжения между выводами 16 и 8, превышение которого означает, что разрядный ток более допустимого
12	C2	Элемент 2 — один из входов измерителя напряжения на аккумуляторах. К этому входу подключен плюсовой вывод аккумулятора G2
13	Gnd	Общий вывод — относительно этого вывода измеряют все значения напряжения; минусовой вывод питания
14	B2	Баланс 2 — вывод для балансировки (выравнивания степени заряженности) аккумуляторов; соединен со стоком внутреннего n-канального транзистора, который открывается во время принудительной разрядки аккумулятора G2
15	C1V	Элемент 1 — то же, что и вывод 12, только для аккумулятора G1. Напряжением на этом выводе питаются логические узлы микросхемы
16	HSV	"Верхний" датчик тока разрядки — разность значений напряжения на выводах 16 и 8 при том или ином разрядном токе определяет допустимость этого значения тока. Напряжением на этом выводе питаются аналоговые узлы микросхемы
17	NC	Свободный (неподключенный) вывод
18	C3	Элемент 3 — то же, что и вывод 12, только для аккумулятора G3
19	B3	Баланс 3 — вывод для балансировки аккумуляторов; соединен со стоком внутреннего p-канального транзистора, который открывается во время принудительной разрядки аккумулятора G3
20	B1	Баланс 1 — то же, что и вывод 14, только для аккумулятора G1

E-mail: inform@radio.ru
тел. 207-88-18

Балансировка батареи

При последовательном соединении аккумуляторов многократные циклы зарядка/разрядка приводят к заметному расхождению значений их напряжения и соответствующему уменьшению энергоемкости батареи. Это следствие того, что зарядка заканчивается, как только напряжение самого "высоковольтного" аккумулятора достигнет заданного значения, остальные два остаются недозаряженными. К тому же и разрядка прерывается, как только уменьшится ниже допустимого уровня напряжение самого "низковольтного" аккумулятора, хотя энергия остальных еще не использована полностью.

Микросхема MC33351A содержит узел балансировки аккумуляторов, управляющий тремя внешними транзисторами VT1—VT3, подключающими при необходимости параллельно одному или нескольким аккумуляторам разрядные резисторы R1—R3. В результате перезаряженные аккумуляторы будут разряжены до номинального уровня. Во время балансировки транзистор VT5 закрыт, по ее окончании он вновь открывается. Узел балансировки не действует, если батарея разряжена и микросхема находится в режиме малого энергопотребления.

Узел токовой защиты

Входным сигналом для этого узла может служить падение напряжения на резисторе R8, включенном последовательно в минусовую цепь ("нижний" датчик) или на сопротивлении каналов транзисторов VT4 и VT5 ("верхний" датчик).

Превышение допустимого разрядного тока будет зафиксировано, если разность значений напряжения на выводах 5 и 13 (падение напряжения на резисторе R8) превышает 50 мВ в течение 3 мс. Задержка необходима для уменьшения вероятности случайных срабатываний под действием, например, импульсов тока, вызванных зарядкой конденсаторов в питаемой аппаратуре. По ее истечении транзистор VT4 будет закрыт, отключая батарею от нагрузки. Зарядка останется возможной.

Порог срабатывания "верхнего" датчика устанавливают подборкой резистора R6 в интервале 1...2 МОм.

Для возвращения блока в исходное состояние достаточно отключить от него нагрузку или подключить зарядное устройство. Транзистор VT4 откроется, как только напряжение между выводами 16 и 8 микросхемы станет меньше 2 В.

При использовании в блоке управляющих транзисторов VT4 и VT5 с очень малым током утечки разрядка конденсатора C2 до напряжения, при котором узел токовой защиты вернется в исходное состояние, может занять несколько секунд. Для устранения этой задержки транзисторы зашунтированы резистором R5.

Узел токовой защиты можно отключить, разорвав провод, связывающий вывод 8 микросхемы с истоком транзистора VT5, и соединив этот вывод с выводом 16.

Основные технические характеристики*

Напряжение на аккумуляторе (одиночном), при превышении которого дальнейшая зарядка запрещается, В . . . . .4,207...4,293
Гистерезис датчика превышения напряжения, мВ . . . . .0...200
 типовое значение 125
Временная задержка отключения зарядки, с, при соединении вывода OVD микросхемы с выводом
 Gnd . . . . .0...1,2
 C1V . . . . .1...2,3
Напряжение аккумулятора, при котором дальнейшая разрядка запрещена, В . . . . .2,185...2,415
 типовое значение 2,3
Ток, потребляемый от аккумулятора во время измерения напряжения, мА 28
Период повторения циклов измерения напряжения, с 1
Напряжение на выводе CM, В,
 запрещающее зарядку . . . . . $(0{,}5U_{C1V}+0{,}2)...U_{C1V}$**
 разрешающее зарядку . . . .$0...(0{,}5U_{C1V}-0{,}2)$**
Задержка запрещения зарядки, мс 20
Сопротивление открытого канала внутреннего балансировочного полевого транзистора, Ом, в цепи вывода
 B3 100
 B1, B2 50
Выходное сопротивление выходов DO и CO во включенном и выключенном состояниях, Ом 100
Средний ток, потребляемый микросхемой, мкА, не более, в режиме
 рабочем 20
 типовое значение 15
 пассивном 0,5
Наименьшее напряжение, при котором возможна зарядка, В, аккумуляторов
 G1 1,5
 типовое значение 1,8
 G2, G3 .0,7
 типовое значение 0,8
Тепловое сопротивление кристалл—среда, °С/Вт 135

"Верхний" датчик тока

Напряжение срабатывания, мВ, при сопротивлении резистора R6
 1 МОм . . . . .200...380
 типовое значение 280
 2 МОм . . . . .100...230
 типовое значение 170
Задержка срабатывания, мс, при напряжении между выводами HSV и GDC
 250 мВ . . . . .2,5...6
 1 В . . . . .0...2,5

"Нижний" датчик тока

Напряжение срабатывания, мВ . . . . .48...59
Задержка срабатывания, мс, при напряжении между выводами LS и Gnd
 50 мВ . . . . .2,5...6
 200 мВ . . . . .0,3...0,4

Входы запрещения зарядки и разрядки

Пороговое напряжение, В . . .$0{,}5U_{C1V}$**
Задержка распространения сигнала до затвора соответствующего полевого транзистора, мкс 100

Выход сигнала "Напряжение мало"

Сопротивление между выводами UV и Gnd во включенном состоянии, Ом 100
Ток утечки в выключенном состоянии, нА, при напряжении на выводе UV 16 В 100
Задержка выключения разрядного полевого транзистора, с .16

** При температуре окружающей среды 25 °С, емкости конденсатора C1 1000 пФ, напряжении между выводами C3 и Gnd 10,5 В, C2 и Gnd 7 В, C1V и Gnd 3,5 В.*

*** Напряжение U_{C1V} — между выводами C1V и Gnd.*

Предельно допустимые значения

Наибольшее напряжение, В, между выводом Gnd и каждым из выводов CI, DI, OVD, LS, CM, HTH, C1V 7,5
 C2 10
 DO, CO, C3 18
 CD, GDC, HSV, UV 20
Ток через выводы, мА,
 UV (втекающий) 10
 B2, B1 (втекающий) 50
 B3 (вытекающий) 50
Рабочий интервал температуры кристалла, °С . . . . .–40...+150
Температурный интервал хранения, °С . . . .–55...+150

Для ускоренной проверки аккумуляторного блока питания фирма-изготовитель рекомендует пользоваться испытательным режимом. Если повысить напряжение на выводе DI на 3 В относительно вывода Gnd, все внутренние логические узлы микросхемы будут отключены, а внешние транзисторы VT4, VT5 — открыты. Нормальная работа микросхемы восстановится не более чем через 4 мс после возвращения напряжения на выводе DI к исходному значению.

При монтаже конденсатора C2 (его емкость изготовитель не указывает) следует стремиться к минимальной длине его выводов и проводников, соединяющих его с выводами микросхемы. Это относится и к микросхемам серии NCP802.

Сборка батареи необходимо начинать с подключения аккумулятора G1 — это обеспечит правильный запуск микросхемы. Последовательность подключения остальных аккумуляторов значения не имеет.

Материал подготовил А. ДОЛГИЙ
г. Москва

Редактор — Л. Ломакин, графика — Л. Ломакин



Четыре конструкции с полевыми транзисторами

А. БУТОВ, с. Курба Ярославской обл.

Вниманию читателей предлагается четыре простых устройства (фотодатчик-мишень, звуковой сигнализатор напряжения, сенсорное реле и реле времени), схемы и конструкции которых удалось значительно упростить путем использования полевых транзисторов.

Основой описываемых устройств служит маломощный полевой транзистор с изолированным затвором и индуцированным каналом р-типа КП301Б. Транзистор имеет довольно скромные (по современным меркам) параметры: $U_{с-и} < 20$ В, $I_с < 15$ мА, $P_{расс} < 200$ мВт, $f < 100$ МГц. Он находит применение в аналоговых ключах, реже, как усилительный элемент в малосигнальных цепях, в стабилизаторах и устройствах бытовой автоматики. Главным его достоинством является исключительно высокое входное сопротивление, что и облегчает построение сенсорных и времязадающих устройств.

На **рис. 1** приведена схема **фотодатчика-мишени**, срабатывающего при освещении его лучом лазерной указки. Фотоэлементом служит обычный светодиод красного цвета свечения VD1, отличающийся почти полной нечувствительностью к искусственному и рассеянному солнечному свету. В то же время на луч лазерной указки светодиод реагирует очень хорошо, обеспечивая дальность не менее 6 м. На светодиод подается обратное смещение через резистор R1, поэтому в отсутствие света он заперт.

При воздействии луча лазерной указки на светодиод BL1 его сопротивление резко падает, напряжение затвор—исток полевого транзистора VT2 становится больше порогового и он открывается. Вместе с ним открывается и биполярный транзистор VT3, поскольку ток стока проходит через резистор R2 и его эмиттерный переход. Включенный в коллекторную цепь биполярного транзистора пьезоэлектрический излучатель звука со встроенным генератором BF1 начинает громко пищать с частотой звука 1,5...4 кГц, извещая о попадании луча в мишень. Использование в первом каскаде усиления полевого транзистора с огромным входным сопротивлением позволило получить высокое усиление мощности сигнала при минимуме необходимых деталей.

Сколь бы кратковременным не было наведение лазерного луча на светодиод BL1, звуковой сигнал будет звучать не менее 1 с. Этому способствует цепь положительной обратной связи (ПОС) R4C1. При поступлении сигнала напряжение на коллекторе транзистора VT3 падает, и это падение передается через цепь ПОС на затвор транзистора VT2, еще более открывая его. Оба транзистора остаются открытыми, пока не зарядится конденсатор C1, а это время как раз и равно постоянной времени цепочки R4C1, порядка 1 с.

Биполярный транзистор VT1 включен как микромощный стабилитрон, в работе устройства он не участвует и служит исключительно для защиты полевого транзистора VT2 от пробоя во время экспериментов, ограничивая амплитуду возможных выбросов напряжения на затворе на уровне 7...10 В. После того как устройство будет смонтировано и настроено, этот транзистор можно отключить. Эскиз печатной платы устройства дан на **рис. 2**.

Описанное устройство допускает модернизацию и использование для других целей. Вместо излучателя BF1 можно включить светодиод последовательно с токоограничительным резистором 680...910 Ом. Светодиод будет загораться при попадании луча на фотодатчик. Если фотодатчиком будет служить фотодиод, например, ФД320 или фототранзистор L53P3 (Kingbright), то устройство превращается в фотореле, реагирующее на уровень освещенности. Сопротивление резистора R1 в этом случае следует уменьшить.

С вывода коллектора транзистора VT3 можно снять сигнал для управления другими узлами. Замечено, например, что устройство реагирует на свет фотовспышки на расстоянии до 1 м, что можно использовать для управления другой фотовспышкой. Если вместо транзистора КТ3102Г (VT3) установить более мощный, полевой, например IRF543, то он сможет управлять более мощным источником звука, например, сиренами W-19, W-18C, EFM-310A.

На **рис. 3** приведена схема, а на **рис. 4** — эскиз печатной платы простого звукового сигнализатора наличия сетевого фазного напряжения. **Индикатор фазы** работает следующим образом: при касании щупом X1 фазного провода конденсатор C1 заряжается до напряжения 7...10 В, которое определяется напряжением обратимого лавинного пробоя микромощного стабилизатора, выполненного на транзисторе VT1. Это напряжение приложено минусом к затвору, а плюсом — к истоку полевого транзистора VT2 и открывает его. Ток стока протекает через звукоизлучатель со встроенным генератором BF1, и последний издает звуковой сигнал.

Чувствительность устройства такова, что в ряде случаев даже не требуется касаться пальцем сенсора E1. Понизить чувствительность можно уменьшением сопротивления резистора R4. Наличие защитного транзистора VT1 в этом устройстве строго обязательно. Резисторы R1 — R3 в этом устройстве можно заменить одним высоковольтным типа КЭВ-0,5 сопротивлением 15...20 МОм, но не следует заменять одним обычным из-за возрастающей вероятности пробоя резистора высоким напряжением. Большее число резисторов, в том числе и большей мощности, использовать можно. Изоляция щупа X1 должна быть очень хорошей, причем первый резистор цепочки (R1) имеет смысл расположить в самом щупе.

Простое сенсорное реле подает звуковой сигнал при прикосновении к сенсорам E1, E2 (**рис. 5**), которые можно расположить, например, в дверной ручке, выполненной из изоляционного материала. Этот узел, кстати, может ра-

Рис. 1

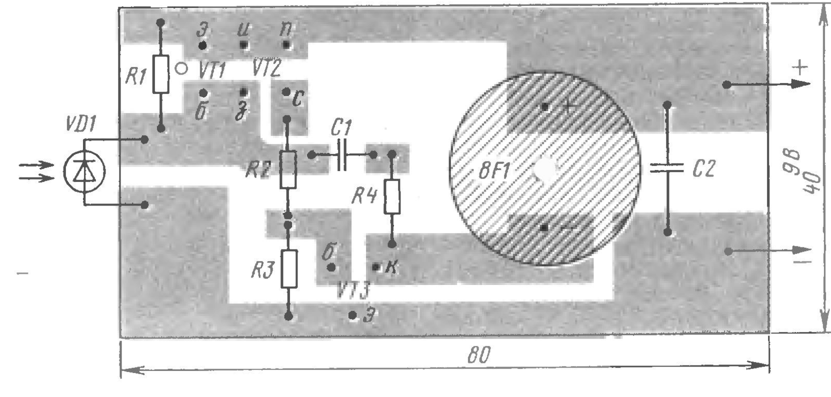


Рис. 2

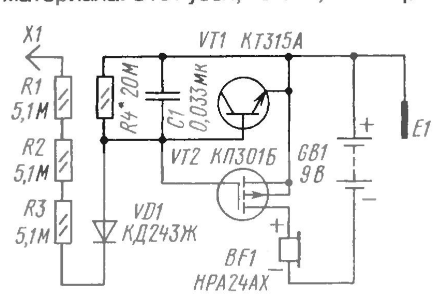


Рис. 3

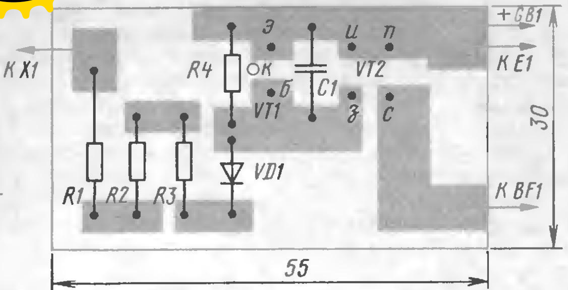


Рис. 4

ботать и сигнализатором влажности — повышенная влажность, как и прикосновение, уменьшает сопротивление между сенсорами, напряжение между затвором и истоком транзистора VT2 повышается и он открывается. Одновременно открывается и другой полевой транзистор VT3. Он похож на транзистор КП301Б, но только он n-канальный, среднечастотный и более высоковольтный. Кроме того, транзистор КП501Б имеет меньшее пороговое открывающее напряжение. Открывшийся транзистор VT3 заставляет звучать излучатель BF1.

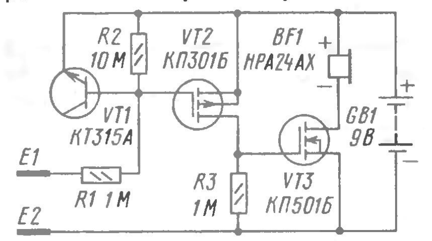


Рис. 5

Использование двух полевых транзисторов позволило получить большое усиление по мощности, причем не было нужды задумываться о необходимом коэффициенте передачи тока, что важно в полупроводниковой схемотехнике при использовании биполярных транзисторов. Установка защитного "стабилитрона" VT1 в этом устройстве также обязательна, поскольку к сенсорам может прикоснуться человек, несущий значительный заряд статического электричества. Эскиз печатной платы сенсорного реле показан на **рис. 6**.

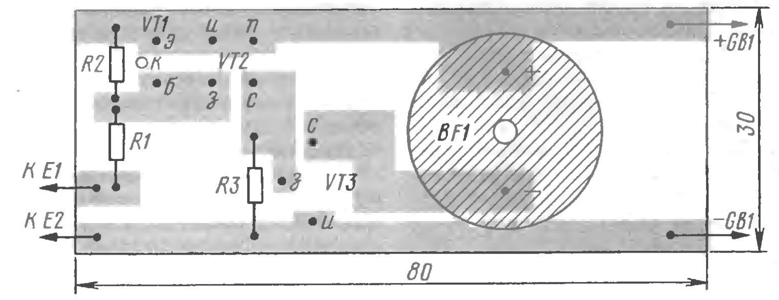


Рис. 6

Реле времени, схема которого приведена на **рис. 7**, несколько необычно. При предельной простоте оно обеспечивает как резкую подачу напряжения питания на нагрузку, так и резкое его отключение, т. е. переходные процессы длятся долю секунды. При этом задержка времени отключения может исчисляться минутами.

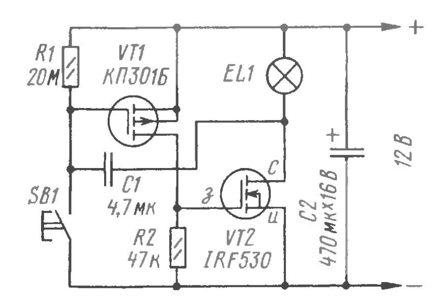


Рис. 7

Работает реле следующим образом: при кратковременном замыкании кнопки SB1 открывается полевой транзистор VT1, ток его стока, проходя через резистор R2, создает падение напряжения, открывающее мощный полевой транзистор VT2. В цепи его стока включена нагрузка — лампа накаливания EL1. Она загорается, а конденсатор C1 разряжается через контакты кнопки и канал открытого транзистора VT2. Лампа продолжает гореть и при отпущенной кнопке, поскольку конденсатор C1 удерживает открывающее напряжение на затворе транзистора VT1.

В течение некоторого времени конденсатор C1 заряжается через резистор R1, удерживая транзисторы открытыми. Примерно через две минуты напряжение затвор—исток транзистора VT1 приблизится к пороговому и он начнет закрываться. Напряжение на его стоке повысится, что приведет к уменьшению тока зарядки конденсатора C1 и лавинообразному закрыванию обоих транзисторов.

Работа выходного транзистора в ключевом режиме предотвращает превышение допустимой для него рассеиваемой мощности и перегрев его корпуса. Мощный полевой транзистор IRF530 допускает ток стока до 14 А, но чтобы потери мощности на нем были невелики, целесообразно ограничить ток нагрузки до 3 А, выбрав соответствующую лампу накаливания. Эскиз печатной платы реле показан на **рис. 8**.

Рис. 8

Несколько слов о деталях описанных устройств. Резисторы — типов С3-14, С3-10, С1-4, С2-23, МЛТ. При отсутствии подходящих высокоомных резисторов их можно составить из нескольких, с меньшим номиналом. Неполярные конденсаторы могут быть пленочные или керамические типов К73-17, К73-24и, К10-17, КМ5. Оксидные конденсаторы — типа К50-35 или импортные аналоги, желательно с возможно меньшим током утечки.

Диод КД243Ж можно заменить любым из серий КД209, КД102, 1N4004 — 1N4007. Светодиод КИПД35В-К можно заменить на аналогичный, красного цвета свечения в матовом диффузном корпусе, например, АЛ307БМ, АЛ307КМ. Необходимо отметить, что не все экземпляры светодиодов, особенно высокой яркости, выдерживают обратное напряжение 9 В, поэтому для работы фотодатчиком может потребоваться подбор конкретного экземпляра светодиода. Звуковой излучатель со встроенным генератором заменяется на EFM-250, EFM471L, EFM475N, FM-12C-901L.

Транзисторы КТ315А заменяются любыми из серий КТ315, КТ342, КТ3102. Транзистор КТ3102Г можно заменить любым с возможно большим коэффициентом передачи тока и малым обратным током коллектора из серий КТ3102, КТ6111, КТ645, SS9014, ВС549, 2N6428, 2SC1845. Вместо КП301Б подойдут любые из серий КП301, 2П301, КП304А, 2П304А. При отсутствии упомянутых транзисторов можно применить микросхему К574КП1А, содержащую четыре подходящих транзистора с общим выводом подложки. Затворы неиспользуемых транзисторов подключают к плюсовому выводу источника питания. С этой микросхемой можно собрать сразу несколько узлов, аналогичных описанным и имеющих один общий источник питания.

Транзистор КП501Б при токе нагрузки не более 0,1 А допустимо заменить на любой токовый ключ из серий КП501, КР1014КТ1, К1014КТ1. Мощные n-ка-

нальные полевые транзисторы для управления сильноточной нагрузкой (см. рис. 7) желательно выбирать с возможно меньшим сопротивлением открытого канала. Для устройств с напряжением питания 10...15 В и током нагрузки до 10 А подойдут транзисторы серий КП723, КП740, КП746, все с индексами А—В, КП741А, КП741Б, BUZ12, BUZ16, IRF540. При напряжении питания 7...10 В и таком же токе нагрузки можно использовать КП723Г, КП727В, КП746Г, IRL540, КП7132А. При необходимости такие транзисторы устанавливаются на теплоотвод. Транзисторы с низким пороговым напряжением затвор—исток (КП723Г и др.) более универсальны, так как, ограничив напряжение на затворе на уровне не более 10 В, их можно использовать в рассмотренных конструкциях и при более высоком напряжении питания.

Хотелось бы напомнить, что полевые транзисторы с изолированным затвором весьма чувствительны к статическому электричеству, которое может привести к разрушению изоляции затвора. Это не относится к транзисторам КР1014КТ1 и КП7132А, имеющим в цепи затвора защитный стабилитрон. При монтаже полевых транзисторов и настройке смонтированных узлов нужно соблюдать меры предосторожности [1, с.177—180]. Вот некоторые из них: при пайке выводов транзистора все они должны быть замкнуты между собой. Следует использовать низковольтный паяльник, на ручку которого намотан провод без изоляции, соединенный с корпусом устройства (платой) и жалом паяльника через резистор сопротивлением порядка 1 МОм. На время … компонентов от блока питания … соединяют оба провода — плюс и минус.

Все описанные устройства отличаются крайне малым (доли микроампера) током потребления в нерабочем состоянии. Поэтому, если какое-то устройство будет собрано в виде самостоятельной конструкции с автономным источником питания (батареей), выключатель питания можно и не устанавливать.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Хоровиц П., Хилл У.** Искусство схемотехники. — М.: Мир, 2001.

2. Мощные полевые переключательные транзисторы фирмы International Rectifier. — Радио, 2001, № 5, с.45.

Редактор — Б. Иванов, графика — Ю. Андреев

Блок питания для радиоприемника

М. НИКОЛАСТИКОВ, г. Москва

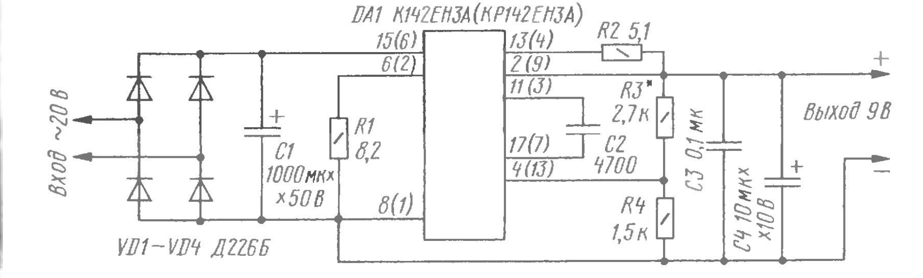
Проблема питания транзисторных радиоприемников (и другой подобной аппаратуры) в сельской местности от сети общеизвестна — не приходится рассчитывать на высокую степень стабильности. У меня дело осложнялось тем, что напряжение сети меняется в пределах 110...250 В (это не опечатка!), поэтому обычный адаптер без стабилизирующего устройства просто не гарантировал нормальной работы приемника. Использование стабилизатора устройства стало просто насущной необходимостью. При выборе такого устройства было решено попробовать интегральный стабилизатор К142ЕН3 — он имеет повышенную мощность (см. "Радио", 1986, № 4, 5) и конструкционно более оптимален.

Схема блока питания с использованием названной микросхемы приведена на **рисунке**. Выходной ток стабилизатора ограничен резистором R2 на уровне 0,1 А, что достаточно для большинства радиоприемников; если этого недостаточно, то сопротивление резистора можно уменьшить до 3 Ом.

Напряжение сети понижается до значения примерно 20 В трансформатором (на схеме не показан) адаптера или любым другим с током вторичной обмотки не менее 0,3 А при номинальном напряжении. Затем оно выпрямляется диодами VD1—VD4 и сглаживается конденсатором C1. Резистор R1 задает порог срабатывания защиты микросхемы DA1 от перегрева. Точную установку выходного напряжения производят подбором резистора R3. Его значение на схеме указано для напряжения 9 В, если нужно выходное напряжение 6 В — R4 следует уменьшить до 910 Ом.

При самостоятельном изготовлении трансформатора для надежной работы первичную обмотку полезно рассчитывать на напряжение 250...270 В. При расчете напряжения на вторичной обмотке следует задаться значением, на 3...4 В большим требуемого выходного напряжения стабилизатора при минимальном напряжении сети.

Диоды VD1—VD4 можно заменить любыми другими на ток не менее 0,3 А с допустимым обратным напряжением не менее 50 В или мостами КЦ403, КЦ405 с любым буквенным индексом.



В устройстве применена микросхема К142ЕН3 в металлическом позолоченном корпусе — она более стабильна в работе даже при больших перепадах сетевого напряжения и имеет мощность рассеяния около 4 Вт. Если перепады сетевого напряжения не столь велики, то можно применить более дешевую микросхему в пластмассовом корпусе — КР142ЕН3А (мощность рассеяния у нее 2 Вт) — и несколько снизить требования к первичной обмотке (достаточно будет рассчитать ее на напряжение порядка 240 В).

Элементы стабилизатора монтируют в любом подходящем корпусе, имеющем вентиляционные отверстия. Микросхему следует расположить на дюралюминиевой пластине размерами 70×70×5 мм или ребристом теплоотводе с той же теплорассеивающей площадью.

Регулировка устройства состоит в подборе резистора R3 по значению требуемого напряжения на выходе. Если на работу приемника будут оказывать влияние помехи из сети, то каждый из выпрямительных диодов необходимо зашунтировать керамическим конденсатором емкостью 0,0047—0,1 мкФ (рабочее напряжение — не менее 50 В).

При испытаниях стабилизатор, нагруженный током 0,1 А, уверенно работал при снижении сетевого напряжения до 90 В (при работе приемника с напряжением питания 6 В).

Если перепады сетевого напряжения не столь велики, достаточно подавать на выпрямитель переменное напряжение 10...12 В.

Редактор — Е. Карнаухов, графика — Ю. Андреев

Катушки в магнитопроводах СБ12-1а

Б. Степанов, г. Москва

При изготовлении катушек в броневых магнитопроводах СБ12-1а есть проблема — в литературе отсутствуют формулы для расчета их индуктивности. В результате радиолюбители вынуждены подбирать число витков методом "проб и ошибок". Проблема эта решается относительно просто. Как известно, индуктивность катушки пропорциональна квадрату числа ее витков. Поскольку магнитопровод замкнутый, то коэффициент пропорциональности зависит только от его геометрии и материала, из которого он изготовлен. И практически не зависит от того, как в нем намотана катушка. Экспериментально найдено, что формула для расчета числа витков по заданной индуктивности имеет следующий вид:

$$N = 7{,}1\sqrt{L},$$

где N — число витков, L — индуктивность катушки в мкГн. Коэффициент 7,1 соответствует "среднему" положению подстроечника — вывернут из чашки примерно на 3,5 мм. В крайних его положениях (полностью ввернут и полностью вывернут) индуктивность будет соответственно примерно на 8 % больше или на 8 % меньше.

Редактор — С. Некрасов